

Nanofabricació

Codi: 103306
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2501922 Nanociència i Nanotecnologia	OB	4	1

Professor/a de contacte

Nom: Francesc Torres Canals
Correu electrònic: Francesc.Torres@uab.cat

Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: català (cat)
Grup íntegre en anglès: No
Grup íntegre en català: Sí
Grup íntegre en espanyol: No

Equip docent

Joan Bausells Roigé
Marta Fernandez Regulez
Xavier Borrise Nogué

Prerequisits

És recomanable haver aprovat les assignatures dels tres cursos anteriors, especialment les relacionades amb les àrees de física, enginyeria i electrònica.

Objectius

L'objectiu del mòdul és donar a conèixer les tècniques i mètodes que existeixen de fabricació a escala micro- i nanomètrica, de manera que l'alumne queda capacitat per definir una seqüència adient de processos per a la realització de qualsevol tipus de dispositiu o estructura funcional. El contingut està focalitzat a la fabricació d'estructures i dispositius funcionals, i no a l'obtenció o preparació de materials. Es veuran exemples pràctics i variats de fabricació d'estructures i dispositius nanomètrics (estructures nanomecàniques, dispositius basats en grafè, nanosensors, dispositius fotònics, micro/nano fluidica, etc) Es durà a terme també una introducció a l'operació i realització de processos en Sala Blanca.

Competències

- Adaptar-se a noves situacions.
- Aplicar els conceptes, principis, teories i fets fonamentals relacionats amb la nanociència i la nanotecnologia a la resolució de problemes de natura quantitativa o qualitativa en l'àmbit de la nanociència i la nanotecnologia.
- Aplicar les normes generals de seguretat i funcionament d'un laboratori i les normatives específiques per a la manipulació de la instrumentació i dels productes i materials químics i biològics tenint en compte les seves propietats i els riscos.
- Aprendre de manera autònoma.
- Comunicar-se amb claredat en anglès.
- Comunicar-se oralment i per escrit en la llengua pròpia.

- Demostrar motivació per la qualitat.
- Demostrar que es comprenen els conceptes, principis, teories i fets fonamentals relacionats amb la nanociència i la nanotecnologia.
- Desenvolupar treballs de síntesi, caracterització i estudi de les propietats dels materials en la nanoescala a partir de procediments establerts prèviament.
- Gestionar l'organització i la planificació de tasques.
- Liderar i coordinar grups de treball.
- Manipular els instruments i materials estàndards propis dels laboratoris d'assaigs físics, químics i biològics per a l'estudi i l'anàlisi de fenòmens en la nanoescala.
- Mantenir un compromís ètic.
- Mostrar sensibilitat en qüestions mediambientals.
- Obtenir, gestionar, analitzar, sintetitzar i presentar informació, incluent-hi la utilització de mitjans telemàtics i informàtics.
- Operar amb un cert grau d'autonomia.
- Proposar idees i solucions creatives.
- Raonar de forma crítica.
- Reconèixer els termes relatius als àmbits de la física, la química, la biologia, la nanociència i la nanotecnologia en llengua anglesa i fer servir l'anglès de manera eficaç per escrit i oralment en l'àmbit laboral.
- Reconèixer i analitzar problemes físics, químics i biològics en l'àmbit de la nanociència i la nanotecnologia i plantejar respostes o treballs adequats per a la seva resolució, incloent-hi en els casos necessaris l'ús de fonts bibliogràfiques.
- Resoldre problemes i prendre decisions.
- Treballar en equip i cuidar les relacions interpersonals de treball.

Resultats d'aprenentatge

1. Adaptar-se a noves situacions.
2. Aplicar els continguts teòrics adquirits a l'explicació de fenòmens experimentals.
3. Aprendre de manera autònoma.
4. Avaluat els resultats experimentals de manera crítica i deduir-ne el significat.
5. Caracteritzar correctament els processos de nanofabricació usant les tècniques adequades en cada cas.
6. Comprendre textos i bibliografia en anglès sobre cadascuna de les tècniques, metodologies, eines i instruments de la matèria.
7. Comunicar-se amb claredat en anglès.
8. Comunicar-se oralment i per escrit en la llengua pròpia.
9. Demostrar motivació per la qualitat.
10. Descriure els aspectes generals de síntesi, fabricació i processat en la nanoescala.
11. Descriure els principals processos tecnològics de la tecnologia planar i els límits físics, tecnològics i econòmics de la miniaturització.
12. Descriure els principis de la manipulació atòmica i molecular.
13. Descriure els processos d'autoassemblatge per a la fabricació de nanoestructures funcionals i dispositius: Blocs copolímers, acoblament molecular, autoordenació de partícules
14. Descriure els processos de creixement de nanoestructures i dispositius a partir d'elements nanomètrics (nanofils, molècules, nanotubs,...) i amb l'ús de plantilles.
15. Distingir els diferents tipus de nanolitografia: per feix d'electrons i ions, nanoimpresió, nanostencil i per tècniques de microscòpia per sonda local
16. Especificar les principals característiques d'una sala blanca.
17. Exposar informes breus sobre la matèria en anglès.
18. Fer cerques bibliogràfiques de documentació científica.
19. Gestionar l'organització i la planificació de tasques.
20. Identificar les situacions en les quals les diferents metodologies estudiades poden ajudar a resoldre situacions problemàtiques i saber seleccionar la tècnica més òptima
21. Liderar i coordinar grups de treball.
22. Manipular adequadament els equips específics per dur a terme processos de nanofabricació.
23. Mantenir un compromís ètic.
24. Mostrar sensibilitat en qüestions mediambientals.

25. Obtenir, gestionar, analitzar, sintetitzar i presentar informació, incluent-hi la utilització de mitjans telemàtics i informàtics.
26. Operar amb un cert grau d'autonomia.
27. Proposar els mètodes adequats de caracterització per a cada un dels processos usats durant la nanofabricació
28. Proposar els processos de nanofabricació adequats per a l'obtenció d'estructures i dispositius en la nanoescala.
29. Proposar idees i solucions creatives.
30. Raonar de forma crítica.
31. Realitzar processos de nanofabricació per a l'obtenció de dispositius i sistemes en la nanoescala.
32. Reconèixer els termes propis de cadascun dels tòpics de la matèria Metodologies i experimentació en nanociència i nanotecnologia.
33. Redactar informes sobre la matèria en anglès.
34. Resoldre problemes amb l'ajuda de bibliografia complementària proporcionada.
35. Resoldre problemes i prendre decisions.
36. Seguir adequadament els protocols de seguretat en laboratoris amb ambient controlat i en sales netes (o sala blanca).
37. Treballar en equip i cuidar les relacions interpersonals de treball.

Continguts

L'assignatura es divideix en quatre grans blocs:

- **Mòdul 1. Tecnologia planar (10 h.Teo, 5 h.Prob)**

Es descriuen individualment els principals processos de la tecnologia planar i es presenten els aspectes generals de la tecnologia micro/nano electrònica, així com la seva evolució (miniaturització)

- Introducció a la tecnologia planar: concepte, oblies, seqüència de processos, etc
- Processos tecnològics individuals: deposició (PVD i CVD), gravats (secs i humits), processos tèrmics, implantació, litografia.
- Integració de processos, tecnologia CMOS.
- Evolució i límits de la tecnologia micro/nano electrònica

- **Mòdul 2. Nanolitografies i "nanopatterning" (8h.T, 4 h.Prob)**

Es descriuen les tècniques de litografia i nanopatronejat per a la definició de nanoestructures i nanodispositius en superfícies. Es presenten exemples de l'estat de l'art actual.

- Litografia òptica avançada
- Litografia per feix d'electrons
- Litografia per feix d'ions
- Litografia per nanoimpresió
- Nanofabricació mitjançant SPMs
- Altres nanolitografies

- **Mòdul 3 Nanofabricació "bottom-up" (6h.T)**

Es descriuen mètodes de realització de nanoestructures i dispositius basats en una aproximació "bottom-up", basats en l'ensamblatge de elements individuals nanomètriques per construir estructures i dispositius funcionals.

- Auto-ensamblatge i auto-ensamblatge guiat.
- Estructures i dispositius basats en nanofils i nanotubs
- Estructures i dispositius basats en nanoparticules
- Origami d'ADN
- Altres mètodes de fabricació químics i electroquímics

- **Mòdul 4 Treball pràctic de nanofabricació**

S'introdueix a l'alumne als principis d'operació d'una Sala Blanca, es fan demostracions pràctiques de processos de micro i nano fabricació. S'introdueix la metodologia de disseny de màscares i micro-xips.

- Disseny d'una màscara amb un programa d'edició dedicat. (6 h)
- Visita a Sales Blanques (2 hores)

A més, s'ha previst **5 hores de seminaris** amb investigadors especialistes en nanofabricació.

Metodologia

La docència es realitzarà mitjançant 24 hores lectives de teoria Metodologia, 9 h de problemes i 15 hores de pràctiques de laboratori. a més es reserven 5 hores de sessions de seminaris per a completar qualsevol aspecte de la formació.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
classes de teoria	24	0,96	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
practiques de laboratori	15	0,6	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 31, 33, 36, 37
problemes	9	0,36	2, 4, 9, 20, 26, 27, 30, 32, 34, 35, 37
seminaris	5	0,2	2, 3, 4, 8, 17, 18, 20, 21, 29, 30, 32
Tipus: Autònomes			
entrega de exercicis i tests	32	1,28	3, 4, 8, 12, 13, 14, 15, 19, 26, 29, 32, 35
lectura de apunts de classe	30	1,2	3, 23, 25, 26
lectura de guions de pràctiques	9	0,36	3, 6, 17, 18, 19, 20, 25, 26, 30, 32, 33

Avaluació

L'assignatura consta de les activitats d'avaluació següents:

Dos examens escrits parcials, un a la meitat de l'assignatura i l'altre al final, amb un pes sobre la qualificació final d'un 70% (35% cada ú).

Informes corresponents a les pràctiques de laboratori, amb un pes sobre la qualificació final d'un 25%. Aquesta nota es tindrà en compte sempre i quan l'alumne superi la nota de 4.5 com a nota mitja dels dos parcials o com a nota de l'examen de recuperació,

Exercicis sobre classes teòriques i treballs referents als seminaris, amb un pes sobre la qualificació final d'un 5%

Examen escrit de recuperació:

Només serà necessari en el cas d'haver tret una nota en algun dels dos examens parcials inferior a 5 (o en els dos examens parcials). S'avaluarà per separat els continguts referents al primer parcial i al segon. Això permet

presentar-se a la recuperació d'un sòl dels parcials o al total de l'assignatura. La nota final dels examens escrits serà la mitja entre els exàmens parcials superats i el de recuperació. **Per presentar-se a l'examen de recuperació cal haver fet 2/3 parts de les activitats d'avaluació continuada.**

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
avaluació continuada, exercicis, treballs, quizzes, seminaris	5 %	10	0,4	1, 3, 6, 7, 9, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 37
informes de pràctiques	25%	10	0,4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 37
parcials	70%	6	0,24	8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 27, 28, 32, 35

Bibliografia

- Designing network on-chip architectures in the nanoscale era / edited by José Flich, Davide Bertozzi; Boca Raton : Chapman & Hall/CRC, cop. 2011
- Nanotechnology : an introduction to nanostructuring techniques / Michael Köhler, Wolfgang Fritzsche 2nd ed. Weinheim : Wiley-VCH, cop. 2007
- Fundamentals of microfabrication and nanotechnology / Marc J. Madou; Boca Raton, FL Taylor & Francis, 2011
- Articles publicats en revistes de recerca. Els professors donaran la informació adient